

**Сравнительный анализ использования педагогами
нейронных сетей
для создания учебной визуализации
на основе электронного конструктора урока**

**Comparative analysis of neural networks use by teachers
to create educational visualization based
on an electronic lesson constructor**

Авторы статьи

Савельева Марина Геннадьевна,
кандидат педагогических наук, доцент кафедры педаго-
гогики и педагогической психологии ФГБОУ ВО
«Удмуртский государственный университет»,
г. Ижевск, Российская Федерация
savelievamarinatich@mail.ru
ORCID: 0000-0001-7952-2837

Шмакова Светлана Борисовна,
соискатель ФГБОУ ВО «Российский государственный
педагогический университет им. А. И. Герцена»,
г. Санкт-Петербург
s.b.shmakova@mail.ru
ORCID: 0009-0006-4489-6007

Authors of the article

Marina G. Savelieva,
Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor,
Department of Pedagogics and Educational Psychology,
Udmurt State University, Izhevsk, Russian Federation
savelievamarinatich@mail.ru
ORCID: 0000-0001-7952-2837

Svetlana B. Shmakova,
Competitor, Herzen State Pedagogical University, St. Pe-
tersburg, Russian Federation
s.b.shmakova@mail.ru
ORCID: 0009-0003-3896-995X

Конфликт интересов

Конфликт интересов не указан

Conflict of interest statement

Conflict of interest is not declared

Для цитирования

Савельева М. Г., Шмакова С. Б. Сравнительный анализ
использования педагогами нейронных сетей для созда-
ния учебной визуализации на основе электронного кон-
структора урока // Научно-методический электронный
журнал «Концепт». – 2024. – № 12. – С. 290–305. – URL:
<https://e-koncept.ru/2024/241216.htm> – DOI:
10.24412/2304-120X-2024-11216

For citation

M. G. Savelieva, S. B. Shmakova, Comparative analysis of
neural networks use by teachers to create educational
visualization based on an electronic lesson constructor //
Scientific-methodological electronic journal "Koncept". –
2024. – No. 12. – P. 290-305. – URL: <https://e-koncept.ru/2024/241216.htm> – DOI: 10.24412/2304-120X-
2024-11216

Поступила в редакцию <i>Received</i>	07.10.24	Получена положительная рецензия <i>Received a positive review</i>	09.12.24
Принята к публикации <i>Accepted for publication</i>	09.12.24	Опубликована <i>Published</i>	31.12.24



Аннотация

Технологии искусственного интеллекта открывают новые перспективы для системы образования, однако ограниченное понимание разнообразия нейронных сетей и недостаточный уровень подготовки педагогов к их использованию замедляют этот процесс. В условиях цифровой образовательной среды визуализация учебной информации приобретает особое значение в связи с увеличением объема учебного материала и особенностями восприятия, запоминания и воспроизведения информации современными школьниками. Понимание возможностей нейросетевых сервисов для разработки визуального контента важно и для того, чтобы предложить педагогам дополнительный инструмент при проектировании учебного занятия на их основе. Таким инструментом может являться электронный конструктор урока. Цель исследования – сравнительный анализ использования нейронных сетей, содержащихся в электронном конструкторе урока «Лучший цифровой урок», для создания учебной визуализации. Основным методом является анкетирование педагогов Удмуртской Республики, благодаря которому получены данные о реальной практике применения нейронных сетей для учебной визуализации. В статье раскрываются возможности практического применения электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок», в частности раздела «Цифровое колесо», который содержит перечень нейронных сетей, предназначенных для создания учебной визуализации. Перечисленные ресурсы распределены по трем уровням мыслительной деятельности обучающихся: запоминание (Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI), понимание (yandex GPT, GigaChat, ChatGPT, Rytr, litmaps, perplexity.ai, beta.diffit.me, chefdroid) и анализ (app.yoodli.ai, app.songr.ai, gliglish.com, murf.ai). Проведен обзор перечисленных инструментов, предложена их систематизация по целевому назначению. В ходе анализа все рассмотренные нейронные сети оцениваются с точки зрения их применимости для создания визуальных материалов в процессе разработки учебного занятия. Теоретическая значимость работы состоит в обобщении результатов отечественных и зарубежных исследований по проблеме использования нейросетей в образовании, в углубленном понимании возможностей их применения для создания визуализации учебного назначения. Практическая значимость определяется разработкой методических рекомендаций по использованию нейросетей в процессе проектирования и проведения учебных занятий с элементами визуализации на основе работы педагогов с электронным конструктором урока.

Ключевые слова

цифровизация образования, цифровое колесо, электронный конструктор урока, цифровые инструменты, нейронные сети, цифровые ресурсы, цифровые приемы

Благодарности

Авторы выражают благодарность педагогам школ Удмуртской Республики, принявшим участие в опросе, а также Фонду президентских грантов за предоставленную финансовую помощь в разработке электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок» (договор о предоставлении гранта Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества № 23-2-012633 от 13.07.2023 г.).

Abstract

Artificial intelligence technologies open up new prospects for the education system, however, limited understanding of the diversity of neural networks and insufficient training of teachers to use them slow down this process. In the context of the digital educational environment, visualization of educational information is of particular importance due to the increase in the volume of educational material and the peculiarities of perception, memorization and reproduction of information by modern schoolchildren. Understanding the capabilities of neural network services for developing visual content is also important in order to offer teachers an additional tool when designing a lesson based on them. An electronic lesson constructor can be such a tool. The aim of the study is a comparative analysis of the use of neural networks contained in the electronic lesson constructor "Best Digital Lesson" to create educational visualization. The main method is a survey of teachers of the Udmurt Republic, which provided data on the real practice of using neural networks for educational visualization. The article reveals the potential of practical application of the electronic lesson constructor "The Best Digital Lesson", in particular the section "Digital Wheel", which contains a list of neural networks designed to create educational visualization. The listed resources are distributed according to three levels of students' mental activity: memorization (Kandinsky, Shedeovroom, Ideogram AI), understanding (yandex GPT, GigaChat, ChatGPT, Rytr, litmaps, perplexity.ai, beta.diffit.me, chefdroid) and analysis (app.yoodli.ai, app.songr.ai, gliglish.com, murf.ai). A review of the listed tools is provided, their target systematization is proposed. During the analysis, all the considered neural networks are assessed from the point of view of their applicability for creating visual materials in the process of designing a lesson. The theoretical significance of the work consists in generalizing the results of domestic and foreign studies on the issue of using neural networks in education, in in-depth understanding of the potentials of their application for creating visualization in educational purposes. The practical significance is determined by the development of methodological recommendations for the use of neural networks in the process of designing and conducting classes with elements of visualization based on the work of teachers with an electronic lesson constructor.

Key words

digitalization of education, digital wheel, electronic lesson constructor, digital tools, neural networks, digital resources, digital techniques

Acknowledgements

The authors express their gratitude to the school teachers of the Udmurt Republic who took part in the survey, as well as to the Presidential Grants Fund for financial assistance in the development of the electronic lesson designer "The Best Digital Lesson" (agreement on the grant of the President of the Russian Federation for the development of civil society No. 23-2-012633 dated 07/13/2023).

Введение / Introduction

В современном мире цифровые технологии играют все более важную роль в различных сферах жизни общества, включая образование. Использование нейронных сетей в образовательном процессе представляет собой одно из наиболее перспективных

направлений в науке и практике. Министерством просвещения Российской Федерации была утверждена Целевая модель цифровой образовательной среды. Было указано, что основная задача федерального проекта «Цифровая образовательная среда» – «создание современной и безопасной цифровой образовательной среды, обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней» [1]. В 2021 году были введены новые федеральные государственные образовательные стандарты начального общего [2] и основного общего образования [3], в которых подчеркивается значимость цифровизации образования и содержатся рекомендации по использованию разнообразных электронных образовательных ресурсов на уроках.

В контексте образовательного процесса нейронные сети могут использоваться педагогами для автоматизации многих рутинных задач, таких как проверка домашних заданий, разработка содержания урока, создание визуализации, подготовка докладов, презентаций. Это позволяет учителям сосредоточиться на более важных аспектах своей работы, таких как индивидуальная работа с учениками и планирование уроков.

Объективной представляется точка зрения О. Ф. Умурова о том, что на сегодняшний день «нейросети в образовании являются революцией в обучении» [4]. Использование технологий искусственного интеллекта базируется на совокупности информационного, гуманистического, правового подходов, в связи с этим Е. В. Ляпунцова, М. А. Наговицына отмечают особую актуальность этических и аксиологических аспектов применения искусственного интеллекта в сфере образования [5].

Как отмечают Д. С. Балацкий, П. А. Петряков, современный образовательный процесс основывается на передаче информации, преимущественно визуальной, вследствие чего дидактический принцип наглядности считается одним из ключевых принципов как теоретического, так и практического обучения [6]. Визуализация информации в условиях цифровой образовательной среды – это дидактически важное условие, потому что увеличение объема учебного материала вынужденно ведет педагога и обучающегося к необходимости использовать технологии визуализации цифрового контента, которые способствовали бы лучшему восприятию, анализу, запоминанию, интерпретации и воспроизведению информации. По мнению М. В. Ретивых, «процесс визуализации представляет собой свертывание разных видов вербальной информации в наглядный образ, который, будучи воспринятым, может быть развернут и служить опорой для адекватных мыслительных и практических действий, направленных на усвоение учебного материала» [7].

Разнообразие существующих нейронных сетей, недостаточный уровень знаний педагога о возможностях их применения, в том числе для создания визуализации, а также дефицит свободного времени для самостоятельного изучения данного вопроса при разработке занятия – эти факторы стали основой для формулировки главной проблемы исследования. Она заключается в следующем: каковы критерии выбора педагогом нейросетевых инструментов для создания визуализации учебного материала в процессе проектирования занятия?

Для подготовки методического обеспечения учебного занятия был выбран инструмент – электронный конструктор урока «Лучший цифровой урок». В публикации М. Г. Савельевой и С. Б. Шмаковой был проведен обзор данного ресурса [8], С. Б. Шмаковой описан функционал электронного конструктора [9].

Проект по созданию электронного конструктора урока реализован на базе ГБОУ УР «Лицей № 41» г. Ижевска, поддержан Фондом президентских грантов в 2023 году и призван помочь педагогам методически грамотно выстроить урок любого типа с использованием цифровых ресурсов.

В статье рассматриваются вопросы практического использования обозначенного конструктора, в частности его раздела «Цифровое колесо», содержащего в себе наименования нейронных сетей для реализации различных видов деятельности учителя, в том числе разработки визуализации учебного назначения.

Обзор литературы / Literature review

Вопросы применения нейронных сетей в образовании являются на сегодняшний день дискуссионными, преимущества их применения педагогами рассматриваются многими отечественными исследователями с позиции разных аспектов.

Основные тенденции их применения подробно анализируют М. Е. Моховиков, И. А. Суслова [10]. Авторы выделяют следующие области применения нейросетей в образовании: психодиагностика обучающихся, оценка качества деятельности образовательных организаций, оценка качества дополнительного образования, оценка качества обучения студентов вуза, системы управления процессом образования, контроль результатов учебного процесса в вузе, построение модели индивидуализированного управления обучением.

Другие исследователи, О. Н. Филатова, М. Н. Булаева, А. В. Гущин, также рассматривают использование нейросетей в образовании с точки зрения выстраивания всего процесса обучения для конкретного студента профессионального образования с нуля [11].

Коллектив молодых ученых (В. Д. Литовченко, Е. Б. Щелкунов, М. Е. Щелкунова, Д. В. Робачинский) в качестве областей применения нейросетей рассматривает: разработку персонализированных учебных курсов, анализ эмоционального и психологического состояния обучающихся, проверку оригинальности выполненных работ обучающимися [12].

Группа ученых Марийского государственного университета В. И. Токтарова, О. Г. Попова, И. И. Сагдуллина, В. А. Белянин выделяют следующие целевые направления использования нейронных сетей: прогнозирование поведения/активности студентов в процессе обучения; проектирование и разработка новых моделей и способов представления знаний в предметной области (адаптивность учебного контента под индивидуальные особенности студентов); исследование взаимодействия между субъектами обучения или между обучающимися и средой; изучение самого феномена обучения и психологии обучаемых на основе цифрового следа субъектов обучения [13].

Н. А. Коровникова в своем исследовании областей применения искусственного интеллекта отмечает его особую значимость в форматах адаптивного и персонализированного обучения, а именно: «Адаптивные образовательные ИИ-технологии позволяют своевременно контролировать успеваемость, подбирать “порядок демонстрации учебного материала” под интересы и потребности субъектов образования» [14]. Данную позицию разделяет А. А. Паскова, отмечая, что использование нейросетевых технологий в образовании позволяет максимально оптимизировать и дифференцировать цели и темп обучения, учебные методики и подходы в зависимости от потребностей, способностей и компетенций конкретных субъектов образования [15].

Схожие области применения нейросетевых технологий в образовании выделяют и зарубежные ученые. Преимущества использования искусственного интеллекта в области персонализации обучения описаны в исследовании К. Рана [16]. Ученый отмечает повышение эффективности управления учебным материалом и процессом, адаптированным под конкретного обучающегося.

Исследователи А. Фазал, Р. Ажар, А. Рэман, И. Фарханд, М. Асад [17] разработали прогностическую модель для вычисления успеваемости студентов, основанную на академической и социально-экономической характеристике обучающихся, что позволило студентам принять решение о продолжении обучения или о смене академической программы.

Создание персонализированных систем обучения как основная область применения искусственного интеллекта в образовании выделена Л. Фон Аном, доктором философии, руководителем компании Duolingo. Его разработка – приложение для изучения иностранных языков, в котором чат-боты на базе искусственного интеллекта позволяют обучающимся вести живые беседы по ситуативному сценарию.

Персонализация учебных материалов, адаптированность образовательных траекторий к индивидуальным потребностям обучающихся, а также оптимизация времени преподавателя за счет автоматизации оценки студенческих работ – такие области применения нейросетевых технологий выделяет Ф. Дж. Гарсия-Пенальво [18], профессор Саламанкского университета (Испания).

Прогностическую функцию нейросетевых технологий, возможность их применения для выявления неопределенности при принятии оптимальных решений выделяет группа американских ученых Медицинского центра Векснера Университета штата Огайо Л. М. Преведеллю, Б. С. Эрдел, Дж. Л. Рю, К. Дж. Литл [19]. Они отмечают ценность искусственного интеллекта при необходимости быстрого принятия решений.

В 2019 году в институте ЮНЕСКО проводилось исследование в области применения искусственного интеллекта в образовательном процессе. Ученые института ЮНЕСКО во главе с С. Даггэн основной областью применения нейросетевых технологий в образовании выделили оптимизацию планирования и управления образовательными ресурсами, разработку согласованных учебных программ на локальном, региональном, национальном и международном уровнях со стороны государственных органов управления [20].

В 2023 году на базе Университета Гонконга (КНР) проводилось исследование, направленное на выявление областей применения искусственного интеллекта в высшем образовании. В опросе принимали участие студенты и аспиранты названного университета, в результате исследования С. Чан [21], профессором Университета Гонконга, были выявлены следующие преимущества использования нейросетевых технологий: индивидуализация круглосуточной поддержки и широкие исследовательские возможности инструментов искусственного интеллекта.

Т. Бейкер, Л. Смит [22] рассматривают образовательные инструменты искусственного интеллекта в разных аспектах, а именно с трех разных точек зрения: ориентированные на учащегося, ориентированные на учителя и ориентированные на систему.

Р. Лакин, В. Холмс, М. Гриффитс, Л. Б. Форсье [23] описывают три категории программных приложений искусственного интеллекта в образовании, которые доступны сегодня: персональные репетиторы, интеллектуальная поддержка совместного обучения и интеллектуальная виртуальная реальность. Они отмечают, что, основываясь на моделях обучающихся, алгоритмах и нейронных сетях, можно принимать решения о пути обучения отдельного учащегося и контенте для выбора, предоставлять обучающимся когнитивную помощь, а также вовлекать их в диалог.

В своей статье А. Закарян [24] указывает на большую роль искусственных нейронных сетей в разработке образовательных систем в связи с внедрением нейросетевых технологий в обработку и интерпретацию информации.

А. Г. Соколова, А. В. Архипов [25] рассматривают возможности использования нейросетей для создания собственной информационно-аналитической системы и моделей глубокого обучения в вузе.

Итальянский ученый У. Фьоре [26] также акцентирует свое внимание на перспективности использования сетей глубокого обучения, позволяющих поддержать процесс быстрого и эффективного обучения, а также осуществить переход от пассивного к активному обучению.

О применении моделей глубокого обучения и RNN (рекуррентных нейронных сетей) в образовательном контексте пишут также Б. Го, Р. Жан, Г. Сюй, С. Ши, Л. Янг [27]. Они рассматривают возможности нейросетей в создании гибкой, адаптивной системы обучения, основанной на индивидуальных характеристиках и уровне знаний учащегося, чтобы позволить учащимся достичь своих целей обучения в кратчайшие сроки.

Интересный опыт применения нейросетей в электронном обучении описывает А. Пличта [28] из Краковского технологического университета. Целью интеллектуальной системы электронного обучения, представленной автором, является получение и закрепление знаний школьников по орфографии. Эта система основана на многослойной нейронной сети, подстраивающейся под потребности и возможности обучающегося.

Хорватские ученые Н. Павлин-Бернардич, С. Равич, И. П. Матич [29] изучали точность искусственных нейронных сетей в прогнозировании общей одаренности учащихся. Их исследование представляет несомненный интерес как для теории, так и для практики выявления и обучения одаренных детей, тем более что применение нейросетей в области педагогической психологии все еще относительно редко.

В 2023 году в частном университете Трухильо было проведено интересное исследование [30], демонстрирующее большие возможности искусственного интеллекта для выявления студентов, подверженных риску академического отсева, с помощью веб-приложения на основе нейронных сетей.

Все перечисленные исследователями сферы применения нейросетей в образовании носят в большей мере управленческий и административный характер, направлены на автоматизацию организационных процессов, на поддержку персонализации и индивидуализации обучения, оценку качества обучения в высшей школе. Большинство проанализированных нами источников посвящены проблемам использования искусственного интеллекта в образовании преимущественно в высшей школе. Лишь малая группа ученых рассматривают такую сферу применения нейросетей, как проектирование и реализация современного учебного занятия непосредственно учителем в школе.

Нами обнаружены лишь единичные исследования, касающиеся вопросов использования нейросетей для создания визуализации. Например, ученые Московского городского педагогического университета Е. С. Терехова, Н. Н. Пучкова, Л. В. Новикова одними из первых проанализировали востребованность использования нейросетей для решения учебных задач, в частности задач творческого уровня в области изобразительного искусства и дизайна. Ученые видят в нейросетевых технологиях функцию автоматизации части рутинных процессов (ретуширование, улучшение качества изображений, создание текстур и паттернов). Кроме того, авторы отмечают, что «сгенерированные изображения могут служить референсами, обеспечивая обучающимся альтернативный источник визуальной информации для вдохновения» [31].

Вместе с тем следует отметить большое значение визуализации в процессе обучения современных детей и школьников. На это указывает, в частности, П. Н. Вино-

градов, который рассматривает понятие визуальной культуры личности как личностного образования, регулирующего взаимоотношение человека и окружающей его визуальной среды, ее генезиса и функций. Автор справедливо отмечает, что «визуальная культура затрагивает все области деятельности на различных этапах взросления: в дошкольном возрасте, когда системообразующим в познании школьника является процесс восприятия; в младшем школьном, когда процесс обучения требует опоры на наглядность; в подростковом, когда в значительной мере с опорой на зрительный образ развивается процесс социального познания; в юношеском, когда овладение научными знаниями с опорой на современные технические средства и их практическое применение невозможны без использования визуального мышления» [32].

В исследовании Е. Е. Алексеевой [33], посвященном проблемам визуализации информации в условиях цифровой образовательной среды, подчеркивается, что увеличение объема учебного материала вынужденно ведет обучающегося к необходимости непрерывно обрабатывать потоки информации – как учебной, так и внеучебной, что, в свою очередь, приводит к необходимости использовать инновационные инструменты визуализации цифрового контента, которые способствовали бы ее восприятию, анализу, запоминанию, интерпретации и воспроизведению.

Анализ литературы показывает значительный потенциал использования нейросетевых инструментов в образовании, однако их внедрение зависит в первую очередь от готовности преподавателей к инновациям и наличия мотивации для применения искусственного интеллекта непосредственно педагогом. На наш взгляд, одним из мотивирующих факторов может быть энергосбережение трудозатрат и времени учителя на подготовку к учебному занятию, достигающихся, в частности, за счет целесообразного использования доступных нейросетей.

Методологическая база исследования / Methodological base of the research

Овладение обучающимися научными знаниями с опорой на современные технические средства и их практическое применение невозможно без использования визуального мышления, а применительно к современному учебному процессу – без создания визуализации учебной информации педагогом. При проектировании современного занятия педагогу важно учитывать особенности восприятия информации современными детьми-визуалами, представителями цифрового поколения. Каковы возможности нейросетей для создания визуализации информации при проектировании современного учебного занятия? Какие критерии могут стать основанием для выбора педагогом средств искусственного интеллекта? Каким должно быть средство методического сопровождения педагога в процессе выбора и использования цифровых ресурсов, в том числе нейросетей? Это вопросы, которые вытекают из требований к современному образованию и требуют решения.

Целью исследования являлся сравнительный анализ использования нейронных сетей, содержащихся в электронном конструкторе урока «Лучший цифровой урок», для создания учебной визуализации на основе опроса педагогов Удмуртской Республики.

Реализация данной цели потребовала решения ряда задач: провести анализ актуальной научной литературы по теме, разработать анкету и провести опрос для получения информации по проблеме исследования, обработать и проанализировать результаты опроса.

Гипотеза состоит в том, что большинство педагогов испытывают потребность в использовании нейронных сетей с целью создания визуализации, необходимость применения цифровых приемов с нейронными сетями самая высокая на этапах мотивации и

актуализации знаний, основные критерии выбора нейросетей педагогами связаны с доступностью ресурса, временными затратами на его использование, эстетичностью полученного продукта, целесообразностью его использования на данном занятии.

Методологической основой исследования послужили работы отечественных и зарубежных ученых по данной проблеме, научные статьи в изданиях, индексируемых в признанных отечественных и зарубежных наукометрических системах.

Основным методом исследования является анкетирование, которое носило анонимный и добровольный характер. Анкета включала в себя два открытых («С какой целью чаще всего Вы используете нейронные сети в образовательном процессе?»; «Что является для вас приоритетным при выборе нейросети для создания визуализации?») и один закрытый вопрос («Какую нейронную сеть из перечисленных Вы применяете чаще других для реализации образовательного процесса?»). Общая выборка составила 300 человек. В опросе приняли участие педагоги различных предметных направлений семнадцати общеобразовательных школ Удмуртской Республики, средний возраст респондентов составил 47 лет.

Дополнительным методом исследования стал анализ статистики количества и длительности просмотров видеоинструкций к цифровым ресурсам сайта лучший-цифровойурок.рф.

Результаты исследования / Research results

Анализируемые в данной статье нейронные сети являются частью цифрового колеса как одного из разделов электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок». Данный конструктор имеет вид сайта с доменным именем лучшийцифровойурок.рф.

На данный момент авторская версия цифрового колеса включает в себя 117 цифровых ресурсов, среди которых содержится семь нейронных сетей. Вместе с тем в ближайшее время планируется размещение обновленной версии цифрового колеса, в которую будут включены еще девять нейронных сетей. На рис. 1 представлены все нейросети, вошедшие в электронный конструктор урока «Лучший цифровой урок», настоящей и обновленной версий.



Рис. 1. Нейронные сети, содержащиеся в цифровом колесе электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок»

Перечисленные ресурсы распределены по трем секторам цифрового колеса: запоминание (Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI), понимание (yandex GPT, GigaChat, ChatGPT, Rytr, litmaps, perplexity.ai, beta.diffit.me, chefdroyd) и анализ (app.yoodli.ai, app.songr.ai, gliglish.com, murf.ai). Все ресурсы цифрового колеса ориентированы на использование учителем, а не обучающимся, что определило предложенное выше расположение нейронных сетей по секторам цифрового колеса.

В результате опроса 300 педагогов Удмуртской Республики различных предметных областей о цели использования ими нейронных сетей в образовательном процессе большинство определило ее как создание изображений – 143 респондента (см. рис. 2). Опрос был составлен разработчиками электронного конструктора урока и состоял из одного вопроса с выбором варианта ответа, выбрать можно было только один приоритетный вариант. Опрос был проведен в рамках республиканской августовской конференции в 2023 году в онлайн-формате посредством сервиса Quizizz.

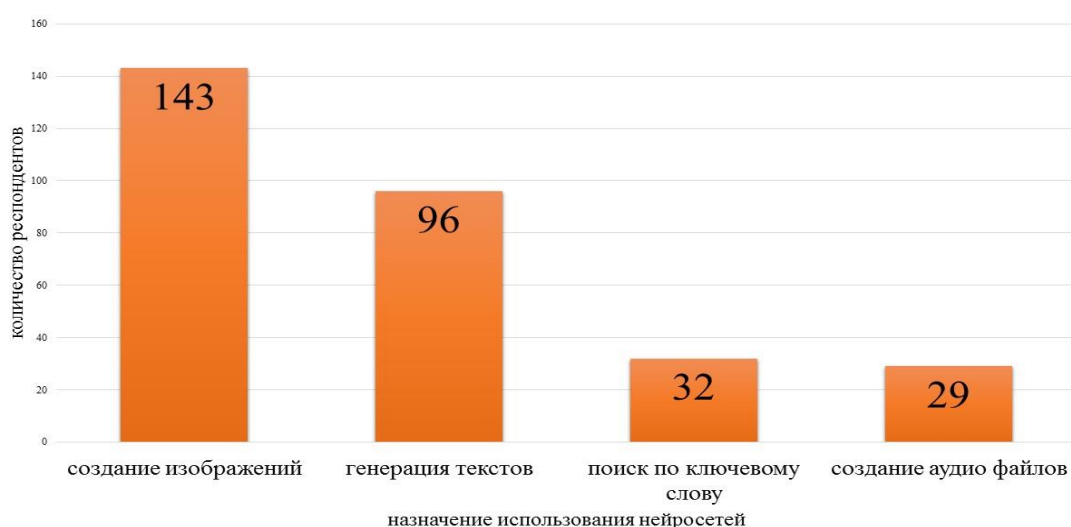


Рис. 2. Цель использования нейросетей в образовательном процессе

Анализируя полученные данные, можно констатировать высокую популярность применения визуализации при подготовке учителем урока. Результаты проведенного опроса конкретизировали и определили предмет настоящей статьи – сравнительный анализ нейронных сетей, содержащихся в электронном конструкторе урока «Лучший цифровой урок» для создания учебной визуализации.

Выбор нейросети для образовательных целей зависит от поставленных задач и требований, предъявляемых учителем к генератору изображений. Так, из содержащихся в электронном конструкторе нейросетей по созданию визуализации три нацелены на генерацию изображения по текстовому запросу (Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI). Был проведен анализ функционала всех перечисленных нейросетей по таким критериям, как распознавание русскоязычных запросов, количество предлагаемых вариантов на каждый запрос, время генерации изображения, эстетичность визуальной информации, соответствие визуальной информации запросу. Данные критерии были выбраны в ходе опроса 137 учителей общеобразовательных школ. Опрос проводился в октябре 2023 года, был представлен в виде открытой формы с вопросом «Что является для вас приоритетным при выборе нейросети для создания визуализа-

ции?». В результате обработки ответов, данных респондентами, были выявлены повторяющиеся ответы, они и стали критериями сравнительного анализа нейронных сетей по созданию визуализации (см. таблицу).

Сравнительный анализ нейронных сетей по созданию визуализации

Наименование ресурса	Распознавание русскоязычных запросов	Количество предлагаемых вариантов на каждый запрос	Время генерации изображения	Эстетичность визуальной информации	Соответствие визуальной информации запросу
Kandinsky	+	1	30 секунд	+	+
Шедеврум	+	4	60 секунд	+	+
Ideogram AI	+	4	30 секунд	+	+

Функционал перечисленных нейронных сетей предназначен для осуществления аналогичных действий – создания многофункциональной визуализации учебного назначения. По результатам нашего сравнительного независимого анализа наиболее эффективной является нейронная сеть Ideogram AI – при быстрой генерации изображений (30 секунд) предлагается сразу четыре варианта. По остальным критериям все нейросети соответствуют заявленным критериям.

Для осуществления приведенного выше сравнительного анализа во всех перечисленных нейронных сетях нами был сформулирован один и тот же текстовый запрос – «лучший цифровой урок». На рис. 3 представлены все получившиеся изображения.

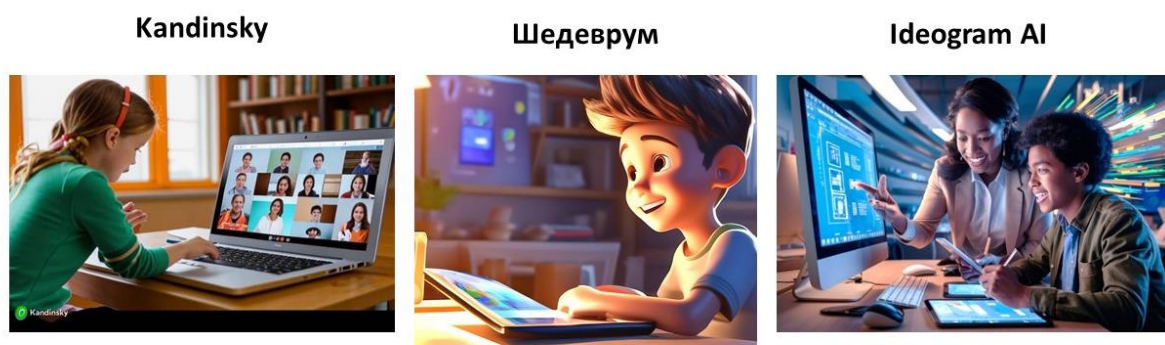


Рис. 3. Примеры сгенерированных изображений в нейронных сетях по запросу «лучший цифровой урок»

По результатам итогового анкетирования 300 учителей Удмуртской Республики, систематично использующих электронный конструктор урока «Лучший цифровой урок» более одного года, использующих обозначенные в статье нейронные сети в образовательной деятельности, самой популярной в использовании нейросетью из перечисленных стал российский ресурс Kandinsky (120 респондентов), самым непопулярным – Ideogram AI (32 респондента). Общая картина использования анализируемых цифровых ресурсов представлена на рис. 4. Отметим, что респонденты могли выбрать только один вариант ответа. Опрос был составлен разработчиками электронного конструктора и состоял из одного вопроса: «Какую нейронную сеть из перечисленных вы используете чаще всего?», варианты ответов были указаны.

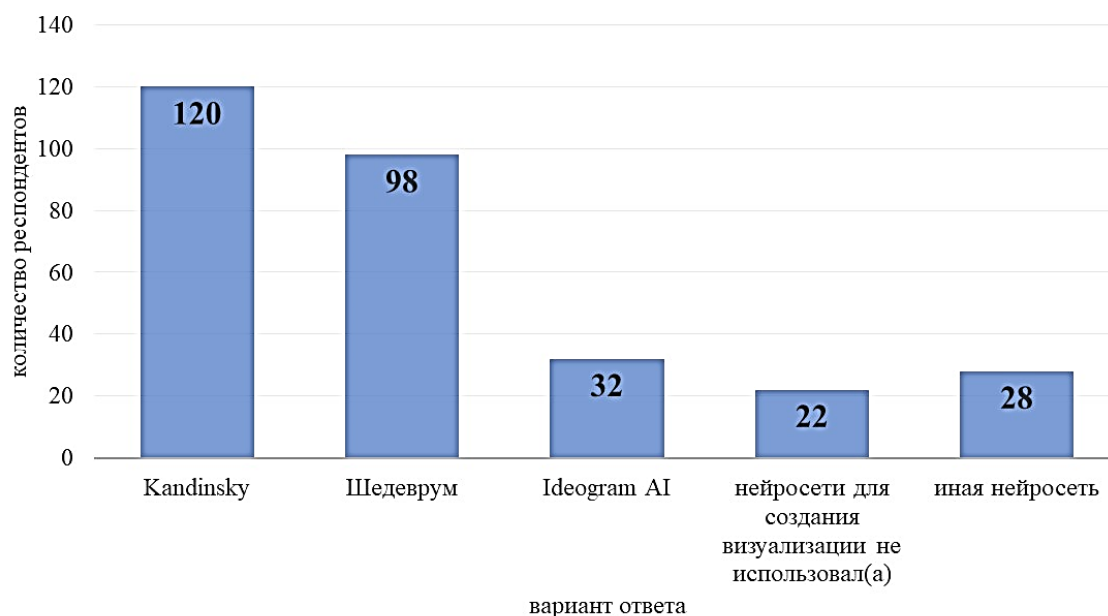


Рис. 4. Оценка непосредственного применения нейронных сетей по созданию визуализации учителями Удмуртской Республики

В итоговом анкетировании учителя пояснили свой выбор лидера тем, что ресурс Kandinsky имеет российское происхождение (разработчик – Сбер), понятный интерфейс, позволяет создавать вариации изображения по заданному стилю, дорисовывать недостающие части изображения или изменять его по текстовому описанию, скачивать полученные картинки в формате PNG или JPG, не требует регистрации, подписки или оплаты за использование. Недостаточность выбора респондентами Ideogram AI можно объяснить непопулярностью его в России в связи с иностранным происхождением, а соответственно, риском некорректного перевода на русский язык и прекращением функционирования на территории России в связи с санкциями.

Отдельного внимания заслуживает указание респондентами собственного ответа к варианту «иная нейросеть» проведенного анкетирования. Из 28 человек 20 (71%) предлагают вариант Autodraw. Названная нейросеть от компании Google использует искусственный интеллект для распознавания набросков пользователей и превращения их в профессиональные рисунки. Этот инструмент позволяет быстро превращать простые эскизы в высококачественные иконки и иллюстрации. Таким образом, около 7% всех респондентов нуждаются не в генерации изображений, а в инструменте «умного» рисования для учебных целей.

В июне 2024 года была осуществлена проверка репрезентативности выборки полученных результатов анкетирования посредством анализа статистики количества и длительности просмотров видеоинструкций к цифровым ресурсам сайта лучший-цифровойурок.рф. В ходе указанного анализа видеоинструкций к цифровым инструментам Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI выяснилось, что результаты опроса с данными статистики просмотров совпадают (см. рис. 5). Период запроса статистики составил август 2023 года – июнь 2024 года, учитывались только данные при продолжительности просмотра всех видео свыше 75% длительности всей видеоинструкции.

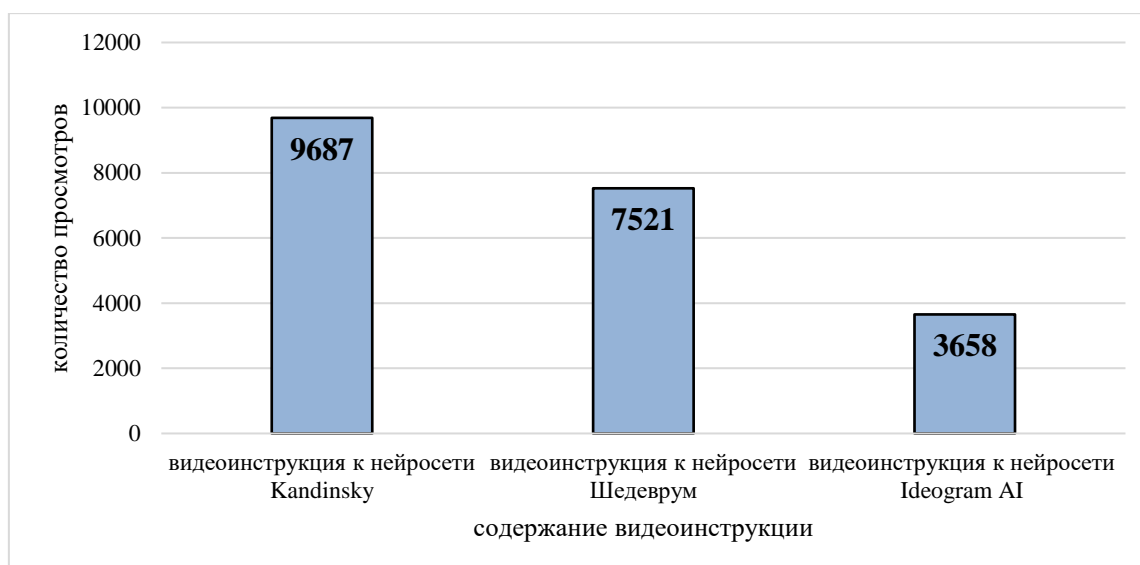


Рис. 5. Данные статистики просмотров видеоинструкций сайта электронного конструктора

Цифровое колесо электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок» содержит иконки проанализированных в настоящей статье нейронных сетей в секторе «запоминание». Это связано с этапами урока, на которых учителями применяются сгенерированные изображения. Прежде всего, это этапы мотивации и актуализации знаний, на которых обучающимся ставятся задачи по формулированию темы предстоящего урока или выбору верного изображения при ответе на обобщающий вопрос по пройденной теме. Помимо этого сгенерированные изображения могут быть использованы для составления визуальной ленты времени и определения хронологии тех или иных явлений или событий (например, на уроках истории). Такие цифровые приемы уже описаны на сайте «Лучший цифровой урок», однако современный учитель должен непрерывно заниматься самообразованием в части развития интеллектуальных систем и технологий при проектировании методик и технологий преподавания. При этом частные методики преподавания дисциплин должны эволюционировать примерно с той же скоростью, что и эволюционируют системы искусственного интеллекта.

Заключение / Conclusion

Тема исследования, связанная с применением нейронных сетей для создания учебных визуализаций, представляет большой интерес и значимость для теории и образовательной практики. В ходе работы были изучены возможности применения искусственного интеллекта для создания изображений, которые могут быть применены педагогом в процессе проектирования и проведения учебных занятий.

Было выявлено, что большинство педагогов испытывают потребность в использовании нейронных сетей с целью создания визуализации (143 из 300 респондентов).

Благодаря проведенному исследованию произошел детализированный анализ трех из перечисленных нейронных сетей в качестве инструментов визуализации учебного назначения (Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI). В ходе опроса респондентов было выявлено, что самой популярной из них является нейросеть Kandinsky. Учителя пояснили свой выбор лидера тем, что ресурс имеет российское происхождение

(разработчик – Сбер), понятный интерфейс, позволяет создавать вариации изображения по заданному стилю, дорисовывать недостающие части изображения или изменять его по текстовому описанию, скачивать полученные картинки в формате PNG или JPG, не требует регистрации, подписки или оплаты за использование.

Анализ статистики просмотров видеоинструкций подтвердил результаты опроса. При анализе количества добавлений цифровых приемов в шаблоны технологических карт уроков были выявлены те этапы уроков, на которых необходимость применения цифровых приемов с нейронными сетями самая высокая – это этапы мотивации и актуализации знаний.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в доработке электронного конструктора урока «Лучший цифровой урок» посредством включения в него нейронных сетей в качестве инструментов реализации тех или иных приемов проведения урока на основе визуализации. Нейронные сети в конструкторе систематизированы по уровням мыслительной деятельности обучающихся: запоминание (Kandinsky, Шедеврум, Ideogram AI), понимание (yandex GPT, GigaChat, ChatGPT, Rytr, litmaps, perplexity.ai, beta.diffit.me, chefdroid) и анализ (app.yoodli.ai, app.songr.ai, gliglish.com, murf.ai). В результате в обновленную версию цифрового колеса в сектор «понимание» добавлена нейронная сеть Autodraw, которая была выявлена как эффективная в ходе опроса респондентов. Была разработана видеоинструкция по работе в данном ресурсе и добавлена на сайт электронного конструктора. Обзор возможностей всех перечисленных нейронных сетей был включен в качестве одной из тем курсов повышения квалификации по практическому применению электронного конструктора урока, реализованных на базе регионального института развития образования, что также отражает практическое значение проведенного исследования.

Применение нейронных сетей в образовании – вопрос актуальный и обсуждаемый. Педагогическому сообществу требуется не только адаптироваться к изменениям, но и использовать их возможности для того, чтобы сделать обучение интересным, актуальным для учащихся и комфортным для преподавателей.

Ссылки на источники / References

1. Приказ Министерства просвещения РФ от 2 декабря 2019 г. № 649 «Об утверждении Целевой модели цифровой образовательной среды». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912250047>
2. Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 286 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта начального общего образования». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028>
3. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 31.05.2021 № 287 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования». – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027>
4. Умуров О. Ф. Нейронные сети и образование // Universum: технические науки. – 2024. – № 3-1(120). – С. 58.
5. Ляпунцова Е. В., Наговицын М. А. Практика применения искусственного интеллекта и нейронных сетей в задачах управления в образовании: методология, кейсы, деловые игры // Ключевые тренды развития искусственного интеллекта: наука и технологии: тез. докл. Междунар. ИТ-конф. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2023. – С. 88.
6. Балацкий Д. С., Петряков П. А. Инновационные способы визуализации образовательного процесса в современной школе // Психология и педагогика XXI века: актуальные вопросы, достижения и инновации: сб. ст. IV Всерос. студ. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Орехово-Зуево: Государственный гуманитарно-технологический университет, 2023. – С. 40–43.
7. Ретивых М. В. Инновационные технологии обучения в вузе: концептуальные основы, педагогические средства, формы и виды // Вестник Брянского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 63.
8. Савельева М. Г., Шмакова С. Б. Разработка и использование цифрового конструктора урока на основе таксономии Блума // Вестник Удмуртского университета. Серия философия. психология. педагогика. – 2023. – Т. 33. – Вып. 1. – С. 77–86.

9. Шмакова С. Б. Методические аспекты выбора и применения цифровых инструментов для создания образовательных технологий // Образовательные ресурсы и технологии. – 2023. – № 2(43). – С. 27–34.
10. Моховиков М. Е., Суслова И. А. Основные тенденции применения нейронных сетей в сфере образования // Наука. Информатизация. Технологии. Образование: материалы XII междунар. науч.-практ. конф. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2019. – С. 364–371.
11. Филатова О. Н., Булаева М. Н., Гушин А. В. Применение нейросетей в профессиональном образовании // Проблемы современного педагогического образования. – 2022. – № 77-3. – С. 244.
12. Нейронные сети в современном образовании / В. Д. Литовченко, Е. Б. Щелкунов, М. Е. Щелкунова, Д. В. Робачинский // Вестник научного общества студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2024. – № 1. – С. 54.
13. Технологии искусственного интеллекта в практике современного высшего образования / В. И. Токтарова, О. Г. Попова, И. И. Сагдуллина, В. А. Белянин // Вестник Марийского государственного университета. – 2023. – Т. 17. – № 2. – С. 213.
14. Коровникова Н. А. Искусственный интеллект в образовательном пространстве: проблемы и перспективы // Социальные новации и социальные науки. – М.: ИНИОН РАН, 2021. – № 2. – С. 108.
15. Паскова А. А. Технологии искусственного интеллекта в персонализации электронного обучения // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2019. – № 3/42. – С. 115.
16. Rana Khudhair Abbas Ahmed. Artificial Neural Networks in E-Learning Personalization: A Review // International Journal of Intelligent Information Systems. – 2016. – Vol. 5. – No. 6. – P. 104–108.
17. Fazal Aman, Azhar Rauf, Rahman Ali et al. A Predictive Model for Predicting Students Academic Performance // Proceedings of the 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2019. – URL: <https://www.sci-hub.ru/10.1109/IISA.2019.8900760>
18. Garcia-Penalvo F. J. Generative Artificial Intelligence: New Scenarios in Teaching, Learning, and Communication // VIII Congreso Internacional de Estudios sobre Medios de Comunicac (Universidad Complutense de Madrid, September 6th, 2023). – URL: <https://zenodo.org/records/10218821>
19. Prevedello L. M., Erdal B. S., Ryu J. L. et al. Automated critical test findings identification and online notification system using artificial intelligence in imaging // Radiology. – 2017. – Vol. 285. – No. 3. – Article 162664. – P. 923–931. DOI: 10.1148/radiol.2017162664.
20. Даггэн С. Искусственный интеллект в образовании: изменение темпов обучения. Аналитическая записка ИИТО ЮНЕСКО / ред. С. Ю. Князева; пер. с англ.: А. В. Паршакова. – М.: Институт ЮНЕСКО по информационным технологиям в образовании, 2020. – С. 18–33.
21. Chan C., Hu W. Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education // International Journal of Educational Technology in Higher Education. – 2023. – P. 1–18. DOI: 10.1186/s41239-023-00411-8
22. Baker T., Smith L. Education rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. – 2019. – 55 p.
23. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L. B. Intelligence unleashed – an argument for AI in education. – 2016. – 58 p.
24. Zakaryan A. Application of artificial intelligence (neural networks) in education. – 2021. – P. 78–87. DOI: 10.24234/miopap.v19i1.395
25. Sokolova A. G., Arkhipov A. V. Application of neural networks in education: opportunities and challenges // Инновации и инвестиции. – 2019. – № 2. – P. 127–130.
26. Fiore U. Neural Networks in the Educational Sector: Challenges and Opportunities. – 2019. – P. 331–337. DOI: 10.2478/cplbu-2020-0039
27. Guo B., Zhang R., Xu G. et al. Predicting students performance in educational data mining // 2015 International Symposium on Educational Technology (ISET), IEEE. – 2015. – P. 125–128. DOI: 10.1109/ISET.2015.33
28. Plichta A. The Application of Neural Networks to the Process of Gaining and Consolidating the Knowledge. – 2011. – URL: https://www.scs-europe.net/conf/ecms2011/ecms2011%20accepted%20papers/is_ECMS_0048.pdf
29. Pavlin-Bernardić N., Ravić S., Pavao Matić I. The Application of Artificial Neural Networks in Predicting Children's Giftedness. – 2016. – P. 49–59. DOI: 10.21465/2016-SP-191-04.
30. Web Application Based on Neural Networks for the Detection of Students at Risk of Academic Desertion. – 2024. – P. 2581–2592. DOI: 10.18421/TEM133-83.
31. Терехова Е. С., Пучкова Н. Н., Новикова Л. В. Анализ востребованности использования нейросетей для решения учебных задач // Научно-методический электронный журнал «Концепт». – 2024. – № 08. – С. 13. DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11123.
32. Виноградов П. Н. Визуальная культура личности: генезис, структура и функция // Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена. – 2010. – № 136. – С. 27.
33. Алексеева Е. Е. Визуализация информации в условиях цифровой образовательной среды // Самарский научный вестник. – 2023. – Т. 12. – № 2. – С. 203–207.

1. *Prikaz Ministerstva prosveshcheniya RF ot 2 dekabrya 2019 g. № 649 "Ob utverzhdenii Celevoj modeli cifrovoj obrazovatel'noj sredy"* [Order of the Ministry of Education of the Russian Federation No. 649 dated December 2, 2019 "On Approval of the Target Model of a Digital Educational Environment"]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912250047> (in Russian).
2. *Prikaz Ministerstva prosveshcheniya RF ot 31 maya 2021 g. № 286 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta nachal'nogo obshchego obrazovaniya"* [Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated May 31, 2021 No. 286 "On Approval of the Federal State Educational Standard of Primary General Education"]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050028> (in Russian).
3. *Prikaz Ministerstva prosveshcheniya Rossijskoj Federacii ot 31.05.2021 № 287 "Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta osnovnogo obshchego obrazovaniya"* [Order of the Ministry of Education of the Russian Federation dated 05/31/2021 No. 287 "On Approval of the Federal State Educational Standard of Basic General Education"]. Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (in Russian).
4. Umurov, O. F. (2024). "Nejronnye seti i obrazovanie" [Neural networks and education], *Universum: tekhnicheskie nauki*, № 3-1(120), p. 58 (in Russian).
5. Lyapuncova, E. V., & Nagovicyn, M. A. (2023). "Praktika primeneniya iskusstvennogo intellekta i nejronnyh setej v zadachah upravleniya v obrazovanii: metodologiya, kejsy, delovye igry" [Practice of using artificial intelligence and neural networks in management tasks in education: methodology, cases, business games], *Klyuchevye trendy razvitiya iskusstvennogo intellekta: nauka i tekhnologii: tez. dokl. Mezhdunar. IT-konf*, MGTU im. N. E. Baumana, Moscow, p. 88 (in Russian).
6. Balackij, D. S., & Petryakov, P. A. (2023). "Innovacionnye sposoby vizualizacii obrazovatel'nogo processa v sovre-mennoj shkole" [Innovative ways of visualizing the educational process in a modern school], *Psihologiya i pedagogika XXI veka: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: sb. st. IV Vseros. stud. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem*, Gosudarstvennyj humanitarno-tekhnologicheskij universitet, Orekhovo-Zuevo, pp. 40–43 (in Russian).
7. Retivyh, M. V. (2015). "Innovacionnye tekhnologii obucheniya v vuze: konceptual'nye osnovy, pedagogicheskie sredstva, formy i vidy" [Innovative technologies of teaching in higher education institutions: conceptual foundations, pedagogical means, forms and types], *Vestnik Bryanskogo gosudarstvennogo universiteta*, № 1, p. 63 (in Russian).
8. Savel'eva, M. G., & Shmakova, S. B. (2023). "Razrabotka i ispol'zovanie cifrovogo konstruktora uroka na osnove taksonomii Bluma" [Development and use of a digital lesson constructor based on Bloom's taxonomy], *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya filosofiya. psihologiya. pedagogika*, t. 33, vyp. 1, pp. 77–86 (in Russian).
9. Shmakova, S. B. (2023). "Metodicheskie aspekty vybora i primeneniya cifrovyyh instrumentov dlya sozdaniya obrazovatel'nyh tekhnologij" [Methodological aspects of the selection and application of digital tools for the creation of educational technologies], *Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii*, № 2(43), pp. 27–34 (in Russian).
10. Mohovikov, M. E., & Suslova, I. A. (2019). "Osnovnye tendencii primeneniya nejronnyh setej v sfere obrazovaniya" [Main trends in the application of neural networks in the field of education], *Nauka. Informatizaciya. Tekhnologii. Obrazovanie: materialy XII mezhdunar. nauch.-prakt. konf*, Rossijskij gosudarstvennyj professional'no-pedagogicheskij universitet, Ekaterinburg, pp. 364–371 (in Russian).
11. Filatova, O. N., Bulaeva, M. N., & Gushchin, A. V. (2022). "Primenenie nejrosetej v professional'nom obrazovanii" [Application of neural networks in professional education], *Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya*, № 77-3, p. 244 (in Russian).
12. Litovchenko, V. D. et al. (2024). "Nejronnye seti v sovremenom obrazovanii" [Neural networks in modern education], *Vestnik nauchnogo obshchestva studentov, aspirantov i molodyh uchenyh*, № 1, p. 54 (in Russian).
13. Toktarova, V. I. et al. (2023). "Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v praktike sovremennogo vysshego obrazovaniya" [Artificial Intelligence Technologies in the Practice of Modern Higher Education], *Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta*, t. 17, № 2, p. 213 (in Russian).
14. Korovnikova, N. A. (2021). "Iskusstvennyj intellekt v obrazovatel'nom prostranstve: problemy i perspektivy" [Artificial Intelligence in the Educational Space: Problems and Prospects], *Social'nye novacii i social'nye nauki*, INION RAN, Moscow, № 2, p. 108 (in Russian).
15. Paskova, A. A. (2019). "Tekhnologii iskusstvennogo intellekta v personalizacii elektronno obucheniya" [Artificial Intelligence Technologies in Personalization of E-Learning], *Vestnik Majkopskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta*, № 3/42, p. 115 (in Russian).
16. Rana Khudhair Abbas Ahmed (2016). "Artificial Neural Networks in E-Learning Personalization: A Review", *International Journal of Intelligent Information Systems*, vol. 5, no. 6, pp. 104–108 (in English).
17. Fazal Aman, Azhar Rauf, Rahman Ali et al. (2019). "A Predictive Model for Predicting Students Academic Performance", *Proceedings of the 10th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA)*. Available at: <https://www.sci-hub.ru/10.1109/IISA.2019.8900760> (in English).

18. Garcia-Penalvo, F. J. (2023). "Generative Artificial Intelligence: New Scenarios in Teaching, Learning, and Communication", *VIII Congreso Internacional de Estudios sobre Medios de Comunicac (Universidad Complutense de Madrid, September 6th, 2023)*. Available at: <https://zenodo.org/records/10218821> (in English).
19. Prevedello, L. M., Erdal, B. S., Ryu, J. L. et al. (2017). "Automated critical test findings identification and online notification system using artificial intelligence in imaging", *Radiology*, vol. 285, no. 3, article 162664, pp. 923–931. DOI: 10.1148/radiol.2017162664 (in English).
20. Daggen, S. (2020). *Iskusstvennyj intellekt v obrazovanii: izmenenie tempov obucheniya. Analiticheskaya zapiska IITO YUNESKO [Artificial Intelligence in Education: Changing the Pace of Learning. UNESCO IITE Policy Brief]*, Institut YUNESKO po informacionnym tekhnologiyam v obrazovanii, Moscow, pp. 18–33 (in Russian).
21. Chan, C., & Hu, W. (2023). "Students' voices on generative AI: perceptions, benefits, and challenges in higher education", *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, pp. 1–18. DOI: 10.1186/s41239-023-00411-8 (in English).
22. Baker, T., & Smith, L. (2019). "Education rebooted?", *Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*, 55 p. (in English).
23. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed – an argument for AI in education*, 58 p. (in English).
24. Zakaryan, A. (2021). *Application of artificial intelligence (neural networks) in education*, pp. 78–87. DOI: 10.24234/miopap.v19i1.395 (in English).
25. Sokolova, A. G., & Arkhipov, A. V. (2019). "Application of neural networks in education: opportunities and challenges", *Innovacii i investicii*, № 2, pp. 127–130 (in English).
26. Fiore, U. (2019). *Neural Networks in the Educational Sector: Challenges and Opportunities*, pp. 331–337. DOI: 10.2478/cplbu-2020-0039 (in English).
27. Guo, B., Zhang, R., Xu, G. et al. (2015). "Predicting students performance in educational data mining", *2015 International Symposium on Educational Technology (ISET), IEEE*, pp. 125–128. DOI: 10.1109/ISET.2015.33 (in English).
28. Plichta, A. (2011). *The Application of Neural Networks to the Process of Gaining and Consolidating the Knowledge*. Available at: https://www.scs-europe.net/conf/ecms2011/ecms2011%20accepted%20papers/is_ECMS_0048.pdf (in English).
29. Pavlin-Bernardić, N., Ravić, S., & Pavao Matić, I. (2016). *The Application of Artificial Neural Networks in Predicting Children's Giftedness*, pp. 49–59. DOI: 10.21465/2016-SP-191-04 (in English).
30. (2024). *Web Application Based on Neural Networks for the Detection of Students at Risk of Academic Desertion*, pp. 2581–2592. DOI: 10.18421/TEM133-83 (in English).
31. Terekhova, E. S., Puchkova, N. N., & Novikova, L. V. (2024). Analiz potrebovannosti ispol'zovaniya nejrosetej dlya resheniya uchebnykh zadach [Analysis of the relevance of using neural networks to solve educational problems], *Nauchno-metodicheskij elektronnyj zhurnal "Koncept"*, № 08, p. 13. DOI: 10.24412/2304-120X-2024-11123 (in Russian).
32. Vinogradov, P. N. (2010). "Vizual'naya kul'tura lichnosti: genezis, struktura i funkciya" [Visual culture of personality: genesis, structure and function], *Izvestiya Rossijskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. A. I. Gercena*, № 136, p. 27 (in Russian).
33. Alekseeva, E. E. (2023). "Vizualizaciya informacii v usloviyah cifrovoj obrazovatel'noj sredy" [Visualization of information in a digital educational environment], *Samarskij nauchnyj vestnik*, t. 12, № 2, pp. 203–207 (in Russian).

Вклад авторов

М. Г. Савельева – реферирование исследований отечественных и зарубежных ученых в области применения нейронных сетей в образовании, формирование макета статьи.

С. Б. Шмакова – разработка диагностического инструментария исследования, проведение анкетирования, обработка, анализ и обобщение результатов анкетирования.

Contribution of the authors

M. G. Savelyeva – abstracting research by domestic and foreign scientists in the field of application of neural networks in education, forming the layout of the article.

S. B. Shmakova – development of diagnostic research tools, conducting questionnaires, processing, analysis and generalization of questionnaire results.